

Р и с. 3. Конструкция вихревой трубы

Библиографический список

1. Меркулов А.П. Вихревой эффект и его применение в технике. М.: Машиностроение, 1969.- 182 с.
2. Морской транспорт (Судоремонт). 1986, № 14. Вихревая камера для охлаждения капролоновых втулок дейдвудных подшипников /В.С.Белогуб, В.И.Бондус, П.Е.Кротов, С.В.Приходько, Ю.М.Симоненко.
3. А.с. 1219881 (СССР). Вихревой холодильник. /С.О.Муратов, Е.Н.Панибратец, С.В.Приходько.-Опубл. в Б.И., 1986. № 11.
4. А.с. 1255825 (СССР). Вихревая труба/А.И.Азаров, С.О.Муратов, С.В.Приходько, Ю.М.Симоненко.-Опубл. в Б.И., 1986. № 33.

УДК 621.694

Н.Д.Кольшев, В.Е.Вилиякин

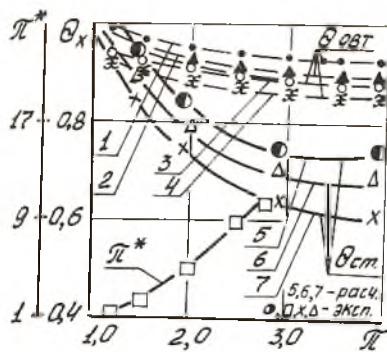
АВИАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ НА ОСНОВЕ СВТ

С увеличением скорости самолета все более важными становятся вопросы охлаждения радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) летательного аппарата, поэтому проблема создания охлаждающих устройств для ответственных блоков электронной аппаратуры становится все более

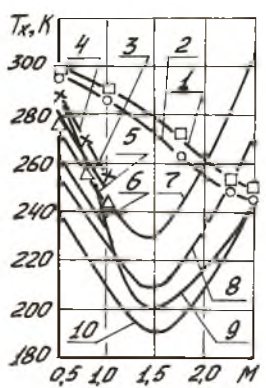
актуальной. В связи с этим перспективным является использование вихревых систем охлаждения (ВСО) на основе самовакuumирующейся вихревой трубы (СВТ). ВСО должна обеспечить определенную температуру теплопровода при заданной мощности тепловыделения на различных режимах работы. Под режимом работы понимается заданность значений давления газа на входе в систему ВСО P_1^* , давления газа на выходе из нее P_2 и температуры торможения на входе в ВСО T_1^* . На основании исходных данных для выбранных N и M полета в различных схемах определяются характеристики СВТ [1]. ВСО может включать СВТ, охлаждаемую вихревую трубу (ОВТ) без теплообменника (ТО), СВТ с ТО, вихревой вакуумный насос (ВВН). Конструкция СВТ и ВВН мало отличаются друг от друга, поэтому их расходные характеристики идентичны. Коэффициент эжекции в этом случае равен отношению расхода газа через СВТ к расходу активного газа через тангенциальное сопло ВВН; он приблизительно может определяться как отношение квадратов диаметров СВТ и ВВН. Применение ВСО с ВВН приводит к незначительному снижению $\theta_{см}$ (на 0,01...0,04) и сопровождается увеличением габаритов системы (диаметр ВВН больше диаметра СВТ в 2...2,5 раза). Применение ВСО с ВТ и ТО обеспечивает работоспособность системы на наиболее теплонатяженных режимах. Конструкция ВСО имеет множество вариантов, каждый из которых базируется на СВТ, видоизмененной в зависимости от назначения данного варианта.

Простотой конструкции, малыми габаритами и наибольшей надежностью отличается ВСО, состоящая только из СВТ [2], питаемой воздухом от компрессора двигателя летательного аппарата или работающей на динамическом напоре набегающего потока (НП) воздуха через воздухозаборник (ВЗ). На рис. 1 дана ее краткая характеристика, сравниваются экспериментальные данные при различной тепловой мощности N охлаждаемого объекта и расчетные, определенные по методике [1]. Параметры СВТ: $D_{TP} = 0,03$ м; $D_{ВВН} = 0,15$ м; $F_c = 0,1$; $L_{TP} = 0,03$ м; $d_{СТ} = 0,009$ м.

Увеличение холодопроизводительности достигается применением ВСО, состоящей из СВТ и ОВТ, работающей на $\mu = 1$ (рис. 2). Набегающий поток воздуха из СВТ поступает одновременно в СВТ и ОВТ ($D_{TP} = 0,008$ м; $d_{ВТ} = 0,65$; $L_{TP} = 0,112$ м; $F_c = 0,07$). Весь воздух из ОВТ выходит к объекту охлажденным за счет отвода тепла через стенку трубы к холодным слоям вихря в присоединенной зоне СВТ. Характеристики этой схемы представлены на рис. 1, отражающей результаты экспериментальных исследований.

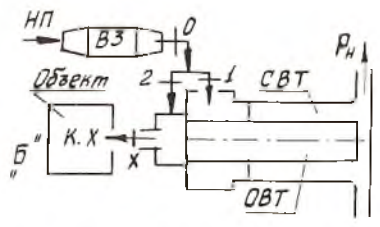


Р и с.1. Зависимость Q_x, Π^* от N , μ : 1-OBT при $\mu=1$ в среде жидкости без СВТ; 2- $\Pi_{свт}=3$; 3- $\Pi_{свт}=\Pi_{обт}$; 4- $\Pi_{свт}=4$; 5,6,7-расчетные кривые; \square, \times, Δ -экспериментальные кривые

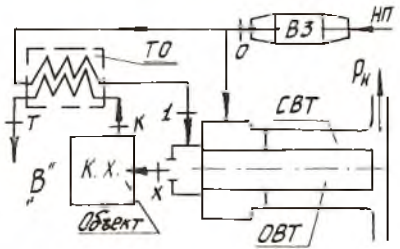


Р и с.4. Зависимость T_x от N : 1,2-расчетные и \square - экспериментальные кривые СВТ; 5,6,7,8,9,10 - расчетные и \times, Δ - экспериментальные кривые СВТ; 1-1=5000 м; 2-1=1000 м; 3,4-1=5000 м; 5,6-1=1000 м

в ВСО и разделяется на два потока, один из которых идет на вход в СВТ, а другой на вход в ДВТ. СВТ и ДВТ смонтированы в одном корпу-



Р и с.2. Схема ВСО на основе СВТ

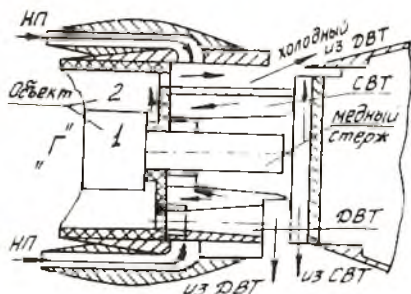


Р и с.3. Схема ВСО на основе СВТ

Схема ВСО (рис.3) отличается от предыдущей наличием противоточного рекуперативного теплообменника, в котором охлаждается воздух перед поступлением его в СВТ за счет отработанного потока из камеры холода (КХ) объекта. Схема обеспечивает более широкий диапазон режимов работы РЗА по сравнению с предыдущими, что подтверждается анализом результатов расчета на рис.4 [2, 3].

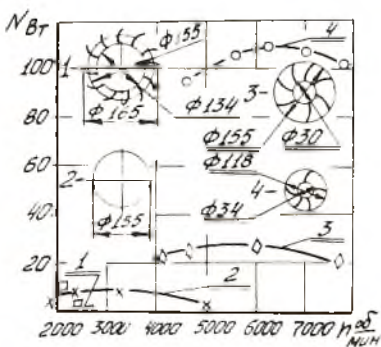
На рис.5 представлен общий вид пневмоблока, состоящий из одной СВТ ($D_{тр}=0,02$ м; $L_{тр}=1,7$; $\bar{F}_c=0,2$, $D_{двр}=100$ мм, $\gamma^0=3,5$; $\Delta_{двр}=2$ мм) и четырех делящих вихревых труб (ДВТ) ($D_{тр}=0,008$ м, $\bar{F}_c=0,2$) Набегающий поток воздуха через ВЗ подается

се, причем полость общей камеры подключена к сопловым вводам СВТ и ДВТ. На рис. 4 нанесены расчетные и экспериментальные значения температуры теплового СВТ и холодного потока ДВТ на различных режимах H и M полета. Удовлетворительное совпадение расчетных и экспериментальных данных ДВТ свидетельствует о достоверности результатов расчета, в расчете принималось $P_{\text{вых}} = P_H$.

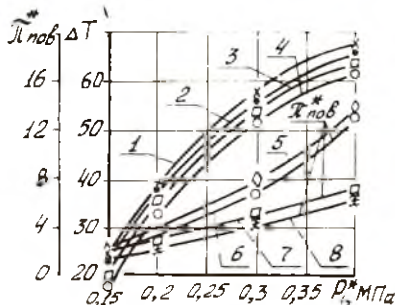


Р и с. 5. Схема пневмоблока

была проведена экспериментальная оценка влияния вращения диффузора на степень расширения в вихре СВТ. Исследована работа СВТ $D_{\text{тр}} = 0,03$ м с охлаждаемым в ней цилиндром $d_{\text{ст}} = 0,5$ при $L_{\text{тр}} = 1,0$, $F_D = 0,1$. На рис. 6, 7 даны характеристики СВТ с вращающимся диффузором.



Р и с. 6. Зависимость N от r : 1-задний лопаточный плоский вращающийся диск диффузора $\phi 155$ мм; 2-задний плоский вращающийся диск диффузора $\phi 155$ мм; 3-диффузор вентиляторного типа, вращающийся задний диск $\phi 155$ мм; 4-диффузор вентиляторного типа вращающийся передний и задний диск $\phi 155$ мм



Р и с. 7. Зависимость ΔT , T^* от P^* : 1- $N = 0$ Вт - плоский вращающийся диффузор; 2- $N = 0$ Вт - плоский невращающийся диффузор; 3- $N = 3$ Вт - плоский вращающийся диффузор; 4- $N = 3$ Вт - плоский невращающийся диффузор; 5 - задний плоский вращающийся диск диффузора; 6-задний плоский диск диффузора не вращается; 7-диффузор вентиляторного типа, вращающийся передний и задний диск $\phi 155$ мм; 8-диффузор вентиляторного типа не вращающийся

Анализ данных рис.6, 7 и зависимость $\pi_{пов}^* = f(P_2^*)$ показывают незначительное повышение эффекта охлаждения в СВТ при наличии вращения диффузоров при различной мощности. Как видно из графика, оптимальным диском является вентиляторный тип, при этом снимается мощность $N = 110$ Вт ($n = 6500$ об/мин). Вращающаяся часть диффузора позволяет использовать момент количества движения выходящего из ВТ закрученного потока для привода подвижных частей холодильной машины (например СГХМ) и тем самым обеспечивать полную автономность системы.

В результате анализа схем ВСО на основе СВТ можно отметить, что СВТ обеспечивает наибольшие перепады температур на различных режимах.

Библиографический список

1. Исследование возможности охлаждения тел в СВТ/Кольшев Н.Д., Вилякин В.Е.; Куйбышев.авиационный ин-т. М., 1987.-51 с. Рук.деп. в ВИНТИ 05.11.87, № 7757-В87.
2. Интенсификация охлаждения тел в самовakuумирующейся вихревой трубе /Кольшев Н.Д., Вилякин В.Е. Мат-лы IV Всесоюзн.научн.-техн. конф. Куйбышев, 1984. С.153-160.
3. Регенеративные схемы с охлаждаемой и самовakuумирующейся вихревыми трубами /Меркулов А.П., Вилякин В.Е., Сменковская П.Т.; Куйбышев.авиационный ин-т. М., 1984. 18 с. Рук.деп. в ВИНТИ 04.03.85, № 3852-85.

УДК 632.527

А.А.Казанцев

ОЦЕНКА АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ С ВИХРЕВЫМИ ТРУБАМИ ПО КРИТЕРИЮ "ПРИРАЩЕНИЕ ВЗЛЕТНОЙ МАССЫ САМОЛЕТА"

Принятые обозначения и сокращения:

АСС - авиационная система охлаждения; А - коэффициент роста носителя; КА - аэродинамическое качество самолета; М - скорость в Махах; Н - высота полета; ПВМС - приращение взлетной массы самолета; ТО - теплообменник; WU - отношение водяных эквивалентов охлаждае-